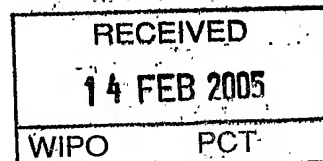


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

10 2004 001253.9

Anmeldetag:

7. Januar 2004

Anmelder/Inhaber:

Bosch Rexroth AG, 70184 Stuttgart/DE

Bezeichnung:

LUDV-Stromregler

IPC:

F 15 B 11/16

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 14. Januar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

Beschreibung

LUDV-Stromregler

5

Die Erfindung betrifft einen LUDV-Stromregler für eine LUDV-Steueranordnung zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie eine LUDV-Steueranordnung mit
10 derartigen LUDV-Stromreglern.

10

LUDV-Steueranordnungen sind beispielsweise aus der WO 95/32364 A1 bekannt und ermöglichen eine lastunabhängige Durchflussverteilung (LUDV) von Druckmittelströmen eines
15 Systems mit mehreren Verbrauchern.

15

Eine solche Steueranordnung hat eine Verstellpumpe, die derart geregelt werden kann, dass sie an ihrem Ausgang einen Druck erzeugt, der um einen bestimmten
20 Differenzbetrag über dem höchsten Lastdruck aller hydraulischen Verbraucher liegt. Für diese LS-Regelung ist ein LS-Regler vorhanden, der im Sinne einer Verringerung des Hubvolumens der Verstellpumpe vom Pumpendruck und im Sinne einer Vergrößerung des Hubvolumens der Pumpe vom
25 höchsten Lastdruck und von einer Druckfeder beaufschlagt ist. Die Differenz zwischen dem Pumpendruck und dem höchsten Lastdruck entspricht der Kraft dieser Druckfeder.

25

Bei derartigen Steueranordnungen ist jedem Verbraucher ein LUDV-Stromregler, auch Stromteiler genannt, mit einer Zumessblende und einer Druckwaage zugeordnet, wobei die Druckwaage den Druckabfall über der
30 Zumessblende konstant hält, so dass die zu einem hydraulischen Verbraucher fließende Druckmittelmenge nur
35 vom Öffnungsquerschnitt der Zumessblende und nicht vom

35

Lastdruck des Verbrauchers oder vom Pumpendruck abhängt (solange eine hinreichende Druckmittelversorgung gewährleistet ist).

5 Zugleich wird durch die Druckwaagen der LUDV-Stromregler erreicht, dass in dem Fall, in dem die Hydropumpe bis zum maximalen Hubvolumen verstellt worden ist und der Druckmittelstrom nicht ausreicht, um den vorgegebenen Druckabfall über den Zumessblenden aufrecht
10 zu erhalten, die Druckwaagen aller betätigten hydraulischen Verbraucher in Schließrichtung verstellt werden, so dass alle Druckmittelströme zu den einzelnen Verbrauchern um den gleichen Prozentsatz verringert werden. D.h. aufgrund der verringerten
15 Druckmittelvolumenströme bewegen sich alle betätigten Verbraucher mit einer prozentual um den gleichen Wert verringerten Geschwindigkeit.

Bei dem oben geschilderten Betriebszustand werden die
20 zu den Verbrauchern strömenden Druckmittelvolumenströme über den Stromteiler (d.h. die jedem Verbraucher zugeordneten LUDV-Stromregler) entsprechend der Einstellungen der Zumessblenden aufgeteilt, man spricht vom Betriebszustand "Teilen", bei dem die jeweiligen
25 Druckwaagen in Schließrichtung vom höchsten Lastdruck der Verbraucher oder dergleichen beaufschlagt sind. In Öffnungsrichtung wirkt der sich stromabwärts der Zumessblende einstellende Druck.

30 Im Betriebszustand "Summieren", d.h. einer Druckmittelströmung von den Verbrauchern über die LUDV-Stromregler hin zur Pumpe, müssen bei der aus der WO 95/32364 A1 bekannten Steueranordnung Maßnahmen getroffen worden, um den Druckabfall über der Messblende konstant
35 zu halten. Hierzu muss beispielsweise dafür gesorgt werden, dass die Druckwaagen in Schließrichtung nicht

mehr vom höchsten sondern vom niedrigsten Lastdruck der Verbraucher beaufschlagt sind.

5 Eine derartige Lösung ist in der DE 195 31 497 A1 bekannt. Bei einer derartigen Steueranordnung sind die den Verbrauchern zugeordneten Druckwaagen über Zentrierfedern in eine Öffnungsstellung vorgespannt, wobei diese über ein Schaltventil im Betriebszustand "Teilen" mit dem höchsten Lastdruck und im
10 Betriebszustand "Summieren" mit dem jeweils niedrigsten wirksamen Lastdruck beaufschlagt werden, so dass in beiden Betriebszuständen der Druckabfall über den Messblenden lastdruckunabhängig konstant gehalten werden kann.

15

Nachteilig bei dieser bekannten Lösung ist, dass das Schaltventil entsprechend des Betriebszustands angesteuert werden muss und dass ein erheblicher vorrichtungstechnischer Aufwand zum Abgreifen des
20 höchsten bzw. niedrigsten Lastdruckes erforderlich ist.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen LUDV-Stromregler sowie eine mit derartigen LUDV-Stromreglern ausgebildete Steueranordnung zu schaffen, bei denen die Betriebszustände "Teilen" und
25 "Summieren" mit minimalem Aufwand realisierbar sind.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des LUDV-Stromreglers durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und
30 hinsichtlich der Steueranordnung durch die Merkmale des Patentanspruches 13 gelöst.

Der erfindungsgemäße, jeweils einem Verbraucher der Steueranordnung zugeordnete LUDV-Stromregler hat eine
35 Zumessblende und eine Druckwaage, über die der Druckabfall über der Zumessblende konstant gehalten

werden kann. Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage ist erfindungsgemäß mit zwei Steuerkanten ausgeführt, von denen eine dem Betriebszustand "Summieren" und die andere dem Betriebszustand "Teilen" zugeordnet ist. Der LUDV-
5 Stromregler hat des Weiteren eine LS-Steuerkante, über die bei vollständig geöffneter Druckwaage zum Lastmelden in eine LS-Leitung ein LS-Querschnitt aufsteuerbar ist. Bei aufgesteuertem LS-Querschnitt kann dann der Druck in einem Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende
10 und dem Eingang der Druckwaage abgegriffen werden. Dieser Druck entspricht in erster Näherung dem Lastdruck am zugeordneten Verbraucher, wenn die Druckwaage vollständig aufgesteuert ist. Dies ist beim "Teilen" bei dem den höchsten Lastdruck führenden Verbraucher der Fall, da die
15 Druckwaage des diesem Verbraucher zugeordneten LUDV-Stromreglers vollständig geöffnet ist, während die Druckwaagen der anderen, lastniedrigeren LUDV-Stromregler in Regelpositionen verschoben sind, um den Ausgangsdruck auf den niedrigeren Lastdruck dieser Verbraucher
20 abzudrosseln.

Im Betriebszustand "Summieren" entspricht der Druck in dem angesprochenen Druckmittelströmungspfad im wesentlichen demjenigen des lastniedrigsten Verbrauchers,
25 wobei dessen Druckwaage zu Beginn der Ansteuerung die geringste Druckmittelmenge zuströmt und diese geöffnet wird oder bleibt, während durch die Druckwaagen der anderen, lasthöheren Verbraucher der Druck im Druckmittelströmungspfad abgedrosselt wird, bis sich über
30 dem Druckwaagenkolben ein Kräftegleichgewicht einstellt.

Erfindungsgemäß erfolgt das Umschalten zwischen "Teilen" und "Summieren" somit automatisch, wobei das Umschalten durch Abgreifen eines dem höchsten Lastdruck
35 ("Teilen") entsprechenden Drucks bzw. eines dem niedrigsten Lastdruck ("Summieren") entsprechenden

Druckes im Druckmittelströmungspfad zwischen der geöffneten Druckwaage und der Zumessblende erfolgt. Bei den LUDV-Stromreglern der lasthöheren bzw. der lastniedrigeren Verbraucher ist der LS-Querschnitt
5 zugesteuert, so dass die entsprechenden Druckwaagen an einer Steuerfläche in Schließrichtung mit dem dem höchsten Lastdruck entsprechenden Druck ("Teilen") bzw. in Öffnungsrichtung mit dem dem niedrigsten Lastdruck entsprechenden Druck ("Summieren") beaufschlagt sind.

10

Bei einer besonders bevorzugten Lösung ist die Druckwaage des LUDV-Stromreglers in der Grundposition geöffnet.

15

Das Aufsteuern des LS-Querschnitts kann über ein 2/2-Wegeventil erfolgen, das mit zwei LS-Steuerkanten ausgeführt ist, von denen eine dem "Summieren" und die andere dem "Teilen" zugeordnet ist.

20

Bei einer besonders kompakten Variante der Erfindung ist das Wegeventil in einen Druckwaagenkolben integriert, wobei ein Innenkolben des Wegeventils in einer Führungsbohrung des Druckwaagenkolbens geführt ist und einen Steuerbund hat, an dessen beiden Ringstirnflächen
25 die beiden vorgenannten LS-Steuerkanten ausgebildet sind.

25

Das Betätigen des Innenkolbens (Umschalten des Wegeventils) erfolgt durch Beaufschlagen einer Stirnfläche mit dem Pumpendruck und der anderen
30 Stirnfläche mit dem in der LS-Leitung anliegenden LS-Druck. Beim "Teilen" wird der Innenkolben dann durch den hohen Pumpendruck in eine erste Schaltstellung und beim "Summieren" aufgrund des geringen Pumpendrucks in eine andere Schaltstellung verschoben, in denen jeweils eine
35 der genannten LS-Steuerkanten wirksam ist, um den LS-Querschnitt aufzusteuern.

Bei einer derartigen Lösung wird es bevorzugt, wenn die LS-Leitung in einem LS-Federraum der Druckwaage mündet, wobei durch Aufsteuern des LS-Querschnitts eine
5 Verbindung zwischen dem Federraum und einem den dem Lastdruck entsprechenden Druck führenden Kanal hergestellt wird.

Bei einer vorteilhaften Variante der Erfindung hat
10 die Druckwaage einen weiteren Federraum, der mit dem LS-Federraum über einen Verbindungskanal verbunden ist, der sich entlang des Außenumfangs des Innenkolbens erstreckt.

Der Aufbau des LUDV-Stromreglers lässt sich weiter
15 vereinfachen, wenn sich der Innenkolben über den LS-Federraum hinaus erstreckt und an diesem aus der Druckwaage herausgeführten Endabschnitt ein Führungsbund ausgeführt ist, der in einem Druckraum einer Verschlusschraube des LUDV-Stromreglers geführt ist. In
20 diesem Druckraum ist ein Anschlag für den Innenkolben ausgeführt und er ist des Weiteren mit dem Pumpendruck beaufschlagt.

Zur besseren Führung des Innenkolbens kann dieser mit
25 einem Radialbund ausgeführt sein, der entlang des Innenumfangsabschnitts der Führungsbohrung des Druckwaagenkolbens anliegt. Dabei sind entweder am Außenumfang des Steuerbundes und des Radialbundes oder entlang den Innenumfangsflächen der Führungsbohrung
30 Längskerben ausgeführt, die eine Druckmittelströmung zwischen den beiden Federräumen ermöglichen.

Der Druckwaagenkolben wird vorzugsweise mit einer mittleren Steuernut ausgeführt, an deren Stirnflächen die
35 beiden Steuerkanten ausgeführt sind. Dabei ist der

Druckwaagenkolben über zwei Zentrierfedern in seine geöffnete Mittelstellung vorgespannt.

5 Zum Abgreifen des Drucks im Druckmittelströmungspfad zwischen der Druckwaage und der Zumessblende ist der Druckwaagenkolben mit einer oder mehreren Radialbohrungen ausgeführt.

10 Es wird bevorzugt, die LUDV-Stromregler jeweils mit einem Druckeinspeiseventil auszuführen, über das die Verbraucher gegen Überlast von außen gesichert sind und des weiteren Druckmittel eingespeist wird, falls ein Füllungsmangel entsteht, so dass Kavitationserscheinungen vermieden werden und das System kraftschlüssig bleibt.

15 Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

20 Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

25 Figur 1 ein Funktionsschaubild einer LUDV-Steueranordnung im "Teilen"-Betriebszustand;

Figur 2 eine Schnittdarstellung eines LUDV-Stromreglers aus Figur 1;

30 Figur 3 eine Detaildarstellung einer Druckwaage des LUDV-Reglers aus Figur 2;

Figur 4 einen Innenkolben der Druckwaage aus Figur 3 in unterschiedlichen Betriebspositionen beim "Teilen";

35 Figur 5 den LUDV-Stromregler eines lastniedrigeren Verbrauchers beim "Teilen";

Figur 6 das Funktionsschaubild gemäß Figur 1 im "Summieren"-Betriebszustand;

5 Figur 7 Positionen des Innenkolbens gemäß Figur 4 beim "Summieren";

Figur 8 eine Schnittdarstellung eines LUDV-Stromreglers eines lastniedrigeren Verbrauchers und

10

Figur 9 ein Schaltsymbol eines erfindungsgemäßen LUDV-Stromreglers.

Prinzipiell ist das erfindungsgemäße Konzept bei
15 hydrostatisch angetriebenen Maschinen mit geschlossenem oder offenem hydraulischem Kreislauf einsetzbar, wobei ein Anwendungsschwerpunkt bei rotatorischen Antrieben, bspw. Windenantrieben, Bandantrieben oder Fahrtrieben liegt.

20

In Figur 1 ist ein Funktionsschaubild einer LUDV-Steueranordnung für einen Fahrtrieb eines mobilen Arbeitsgerätes dargestellt. Die Steueranordnung ist als geschlossener Kreislauf ausgeführt und hat eine Verstellpumpe 2 mit einem nicht dargestellten LS-Regler, über den das Fördervolumen der Verstellpumpe 2
25 lastdruckabhängig einstellbar ist. Der Fahrtrieb hat vier Hydromotoren 4, 6, 8, 10, die von der Pumpe 2 mit Druckmittel versorgt werden.

30

Die Druckmittelverteilung erfolgt beim dargestellten Ausführungsbeispiel über LS-Stromregler (Stromteiler) 12, 14, 16, 18, die jeweils einem der Verbraucher 4, 6, 8, 10 zugeordnet sind. Die Stromregler 12, 14, 16, 18 sind als
35 Ventilsegmente ausgeführt und zu einem Steuerblock zusammengefasst.

Wie beispielhaft am Stromregler 12 gezeigt, hat jedes Ventilsegment eine Gehäusescheibe 20, an der ein Druckanschluss P, ein Speiseanschluss S, ein
5 Arbeitsanschluss A (B, C, D) und ein LS-Anschluss LS ausgebildet sind. Die Lastdruckanschlüsse LS der Steueranordnung 1 sind über eine LS-Leitung 22 miteinander verbunden. In der Gehäusescheibe 20 sind eine veränderliche bzw. variable Zumessblende 24, eine
10 Druckwaage 26 sowie ein Druckeinspeiseventil 28 vorgesehen. In Strömungsrichtung zum Verbraucher 4 ist die Druckwaage 26 stromabwärts der Zumessblende 24 angeordnet. Wie eingangs erwähnt, wird über die Druckwaage 26 der Druckabfall über der variablen Messblende 24
15 lastdruckunabhängig konstant gehalten, so dass die Druckmittelvolumenströme durch die Zumessblende 24 nur von deren Öffnungsquerschnitt abhängen.

Über das Druckeinspeiseventil ist der Druck am
20 Arbeitsanschluss A (B, C, D) auf einen Maximalwert begrenzt, so dass der Verbraucher 4 (6, 8, 10) gegen Überlast gesichert ist. Des Weiteren kann über das Druckeinspeiseventil 28 in bekannter Weise bei einem Füllungsmangel, beispielsweise bei Bergabfahrt, oder
25 ziehender Last, über den Speiseanschluss S und gegebenenfalls über eine Pumpe 30 Druckmittel nachgefördert werden. Dabei wird durch diese Druckmittel aus einem Tank T angesaugt und über einen Speisekanal 34 zum jeweiligen Speiseanschluss S der LUDV-Stromregler 12, 14, 16, 18
30 gefördert.

Der Druckanschluss P der Verstellpumpe 2 ist über eine sich verzweigende Druck- oder Zulaufleitung 36 mit den Druckanschlüssen P der Ventilsegmente verbunden. Der
35 jeweilige Arbeitsanschluss A, B, C, D der LUDV-Stromregler 12, 14, 16, 18 ist über eine Vorlaufleitung

38, 40, 42, 44 mit den Druckanschlüssen der Verbraucher 4, 6, 8, 10 verbunden. Das Druckmittel strömt von diesen über eine gemeinsame Rücklaufleitung 40 zum Sauganschluss R der Verstellpumpe 2 zurück. In Figur 2 ist der LUDV-
5 Stromregler 12 aus Figur 1 vergrößert dargestellt. Die anderen Stromregler 14, 16, 18 haben einen identischen Aufbau.

Die Ventilscheibe 20 ist in der Darstellung gemäß
10 Figur 2 in Horizontalrichtung von einer Druckwaagenbohrung 42 durchsetzt, die stirnseitig von jeweils einer Verschlusschraube 44, 46 verschlossen ist. In der Druckwaagenbohrung 24 ist ein Druckwaagenkolben 43 axial verschiebbar geführt, der über Zentrierfedern 50,
15 52 in eine Mittelposition vorgespannt ist. Die Druckwaagenbohrung 42 ist im mittleren Bereich zu zwei Rin-gräumen 54, 56 erweitert, zwischen denen ein Ringsteg 57 stehen bleibt. Der Ringraum 56 ist mit dem Arbeitsanschluss A verbunden, während im Ringraum 54 eine
20 in Figur 2 vertikal verlaufende Messblendenbohrung 58 mündet, in die die Zumessblende 24 eingesetzt ist. Deren konstruktiver Aufbau wird in einer eigenen Anmeldung detailliert erläutert und spielt für die vorliegende Erfindung keine Rolle. Es sei lediglich angenommen, dass
25 die Zumessblende 24 mit veränderlichem Querschnitt ausgeführt ist. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine derartige Konstruktion beschränkt.

In der Messblendenbohrung 58 mündet der
30 Druckanschluss P, der sich bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel senkrecht zur Zeichenebene erstreckt. Die Messblendenbohrung 58 ist nach unten hin (Ansicht nach Figur 2) von einer Schraube 60 verschlossen.

35

In dem Ringraum 56 mündet des Weiteren noch eine Winkelbohrung 62, in deren horizontal verlaufenden Schenkel das in Patronenbauweise ausgeführte Druckeinspeiseventil 28 eingeschraubt ist. Der
5 Speiseanschluss S mündet über einen in Figur 2 senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden Kanal in einer Kammer 64, die eine Radialerweiterung der Messblendenbohrung 58 ist.

Der Druckanschluss P ist über einen Schrägkanal 66
10 mit einem Ringkanal 68 verbunden, der den Außenumfang der Verschlusschraube 46 ringförmig umgreift. In der Verschlusschraube 46 ist ein sich coaxial zur Druckwaagenbohrung 42 erstreckender Druckraum 70 ausgebildet, der über einen Verbindungskanal 72 mit dem Ringkanal 68
15 verbunden ist, so dass im Druckraum 70 stets der Druck am Druckanschluss P, d.h. der Pumpendruck anliegt.

Der Aufbau der Druckwaage wird anhand der vergrößerten Darstellung in Figur 3 erläutert.
20

Demgemäß sind die Zentrierfedern 50, 52 des Druckwaagenkolbens 43 jeweils an den benachbarten Verschlusschrauben 46 bzw. 44 abgestützt und greifen am Druckwaagenkolben 43 über tassenförmige Federteller 74
25 bzw. 76 an und tauchen dabei abschnittsweise in stirnseitige Aufnahmen 78, 80 des Druckwaagenkolbens 43 ein, so dass die Druckwaage in Axialrichtung sehr kurz baut.

Im Mittelbereich des Druckwaagenkolbens 43 ist umfangsseitig eine umlaufende Steuernut 81 vorgesehen, deren Ringstirnflächen zwei Steuerkanten bilden, die mit dem Ringsteg 57 zusammenwirken. Dabei ist die in Figur 3 linke Steuerkante, im folgenden "Teilen"-Steuerkante 82
35 genannt, während des "Teilens" und die rechte, im folgenden "Summieren"-Steuerkante 84 genannt, während des

"Summierens" wirksam. Gemäß Figur 2 stehen die beiden Steuerkanten 82, 84 in der dargestellten Grundposition im Abstand zum Ringsteg 57, so dass die Druckmittelverbindung vom Arbeitsanschluss A (B, C, D) zur Messblendenbohrung 58 und damit zum Druckanschluss P geöffnet ist.

Die Zentrierfeder 52 ist in einem Federraum 86 angeordnet, der stirnseitig vom Druckwaagenkolben 43 und von der Verschlusschraube 44 begrenzt ist. Der andere Endabschnitt des Druckwaagenkolbens 43 begrenzt gemeinsam mit der Verschlusschraube 46 einen LS-Federraum 88, in dem der Lastmeldeanschluss LS über einen sich senkrecht zur Zeichenebene erstreckenden Kanal 90 mündet. Demzufolge liegt im LS-Federraum 88 aller LUDV-Stromregler 12, 14, 16, 18 jeweils der gleiche Druck an, der beim "Teilen" etwa dem höchsten Lastdruck und beim Summieren etwa dem niedrigsten Lastdruck der Verbraucher entspricht.

20

Gemäß Figur 3 ist der Druckwaagenkolben 43 in Axialrichtung von einer Führungsbohrung 92 durchsetzt, in der ein Innenkolben 94 axial verschiebbar geführt ist. Dieser durchsetzt mit seinem linken Endabschnitt den LS-Federraum 88 und hat dort einen Führungsbund 96, mit dem er dichtend im Druckraum 70 der Verschlusschraube 46 geführt ist.

Der andere Endabschnitt erstreckt sich in den Federraum 86 hinein und ist in seiner dargestellten Endposition an der Verschlusschraube 44 abgestützt. Beim Verschieben des Innenkolbens 94 nach links läuft sein linker Endabschnitt auf den Boden des Druckraums 70 auf, so dass die Endpositionen jeweils durch Auflaufen auf die Verschlusschrauben 44 oder 46 begrenzt sind.

Links von der Steuernut 81 ist im Druckwaagenkolben 43 zumindest eine Radialbohrungen 98 ausgeführt, die einerseits in der Führungsbohrung 92 und andererseits im Ringraum 54 mündet. Im Bereich dieser Radialbohrungen 98 ist am Innenkolben 94 ein radial vorspringender Steuerbund 100 ausgebildet. Im Abstand rechts von diesem ist ein Radialbund 102 vorgesehen, über die der Innenkolben 94 in der Führungsbohrung 92 geführt ist. Die an die Bünde 100, 102 angrenzenden Abschnitte des Innenkolbens 43 sind mit geringerem Durchmesser ausgeführt und bilden mit der Innenumfangsfläche der Führungsbohrung 92 einen Ringraum. Wie in Figur 3 dargestellt, sind der Steuerbund 100 und der Radialbund 102 mit Längskerben 104, 106 ausgeführt, so dass eine Steuerölströmung entlang den genannten Ringspalten und den Längskerben 104, 106 zwischen den Federräumen 86, 88 möglich ist. Rechts von den Radialbohrungen 98 ist die Führungsbohrung 92 radial zu einem Abschnitt 105 erweitert, der mit dem Außenumfang des Steuerbunds 100 einen Ringspalt bildet.

20

An den Ringstirnflächen des Steuerbunds 100 sind LS-Steuerkanten 108, 110 ausgebildet, wobei die Steuerkante 110 beim Stromregler des lastdruckhöchsten Verbrauchers beim "Teilen" und beim "Summieren" die LS-Steuerkante 108 des dem lastniedrigsten Verbraucher zugeordneten Stromreglers wirksam ist.

25

Zur weiteren Erläuterung der Funktion sei zunächst angenommen, dass die Steueranordnung 1 im Betriebszustand "Teilen" betrieben wird. Gemäß Figur 1 soll der Lastdruck des Verbrauchers 4 400 bar, der am Verbraucher 6 300 bar, der am Verbraucher 8 200 bar und der am Verbraucher 10 100 bar betragen, entsprechend wird über den LS-Regler ein Pumpendruck eingestellt, der um eine der Kraft einer Druckfeder des Pumpenreglers entsprechenden Differenz oberhalb des höchsten Lastdrucks liegt - die Pumpe

30

35

liefert somit 410 bar (bei einer "10-bar-Feder"). Dieser Pumpendruck (410 bar) liegt über den Kanal 66 auch im Druckraum 70 an, so dass die linke Stirnfläche des Innenkolbens mit dem Pumpendruck belastet ist, während

5 auf seine rechte Stirnfläche ein niedrigerer Druck, wie im folgenden beschrieben, der Druck im Druckraum 54 wirkt. Über der Zumessblende 24 des LUDV-Stromreglers 12 fällt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Druck von 10 bar ab, der Druckabfall über der Druckwaage 26 ist

10 in der Mittelstellung vernachlässigbar. Der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 wirkt auf die rechte Stirnfläche des Innenkolbens 43. Dieser Druck entspricht in der Öffnungsstellung der Druckwaage 26 dem höchsten Lastdruck, das heißt demjenigen am Arbeitsanschluss A.

15 Durch die Druckdifferenz (Pumpendruck minus maximalen Lastdruck) wird der Innenkolben 94 nach rechts in die in Figur 3 dargestellte Position bewegt, in der er mit seinem rechten Endabschnitt an der Verschlusschraube 44 anliegt. In dieser Position öffnet die LS-Steuerkante 110

20 des Steuerbundes 100 einen LS-Querschnitt, über den die Radialbohrungen 98 mit dem Federraum 88 verbunden sind, so dass der Druck im Ringraum 54 auch im Federraum 88 anliegt. D.h., dieser Druck von 400 bar (höchster Lastdruck) wird über die LS-Leitung 22 auch in die

25 Druckräume 88 der anderen Stromregler gemeldet. Die Innenkolben 94 der andern, den lastniedrigeren Verbrauchern zugeordneten Druckwaagen 26 werden durch den hohen Pumpendruck ebenfalls in die in Figur 3 dargestellte Endposition nach rechts verschoben werden.

30

In Figur 4 ist zum besseren Verständnis der mit der Steuerkante 110 versehene Bereich des Innenkolbens 94 und die angrenzenden Bereiche des Druckwaagenkolbens 43 dargestellt. Figur 4b) zeigt dabei die vorbeschriebene

35 Lastmeldestellung der Druckwaage 26 des lasthöchsten Verbrauchers 4, in der der höchste Lastdruck (400 bar) in

die LS-Leitung 22 gemeldet wird. Wie erwähnt, steuert in der Mittelposition des Druckwaagenkolbens 43 und in der rechten Endposition des Innenkolbens 94 die Steuerkante 110 des Steuerbundes 100 einen LS-Querschnitt 112 zur
5 Lastmeldung auf, so dass im Federraum 88 der entsprechende Lastdruck, genauer gesagt, der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 anliegt. Dieser wird über den vorbeschriebenen Ringspalt mit dem radial erweiterten Abschnitt 105 und der Längskerbe 106 auch in den rechten
10 Federraum 86 gemeldet, so dass der Druckwaagenkolben 43 des LUDV-Stromreglers 12 stirnseitig druckausgeglichen ist und in seiner Mittelstellung verbleibt - die Druckwaage 26 des lastdruckhöchsten Verbrauchers ist somit vollständig geöffnet und drosselt den
15 Druckmittelvolumenstrom nicht an.

Figur 5 zeigt beispielhaft eine Regelposition, die die LUDV-Stromregler 14, 16, 18 der lastniedrigeren Verbraucher 6, 8, 10 einnehmen können, die an die
20 entsprechenden Arbeitsanschlüsse B, C bzw. D angeschlossen sind. Wie vorstehend beschrieben, liegt der Innenkolben 94 auch bei den LUDV-Stromreglern 14, 16, 18 der lastniedrigeren Verbraucher in seiner rechten Endposition an der Verschlusschraube 44 an. Dabei wird
25 in die Federräume 88 der LUDV-Stromregler 14, 16, 18 das Signal der Druckwaage 26 des LUDV-Stromreglers 12 gemeldet, so dass in den Federräumen 88 ebenfalls der höchste Lastdruck von 400 bar anliegt. Zu Beginn der Ansteuerung werden fließt das Druckmittel zunächst zu den
30 Verbrauchern mit dem niedrigsten hydraulischen Widerstand - beim Teilen zu den lastniedrigeren Verbrauchern. Demzufolge werden die Druckwaagenkolben 43 der LUDV-Stromregler 14, 16, 18 aufgrund des jeweils im LS-Federraum 88 wirkenden höchsten Lastdrucks aus der
35 Mittelposition gegen die Kraft der Zentrierfeder 52 nach rechts verschoben und entsprechend durch die "Teilen"-

Steuerkante 82 der Strömungsquerschnitt zwischen dem Druckwaagenkolben 43 und dem Ringsteg 57 zugesteuert, so dass die Druckmittelströmung angedrosselt wird. Die Druckmittelströmung wird soweit abgedrosselt bis das Kräftegleichgewicht an allen Druckwaagen gegeben ist und die Mengen druckunabhängig zu den Verbrauchern strömen. Im vorliegenden Beispiel heißt das, dass die Druckwaage des lastniedrigsten Verbrauchers relativ weit schließt, während die Druckwaagen der beiden lasthöheren Verbraucher (200 bar, 300 bar) Zwischenpositionen zwischen der in Figur 4a) dargestellten Ruheposition und der in Figur 5 dargestellten Position mit geringem Durchflussquerschnitt einnehmen. Durch die Verschiebung des Druckwaagenkolbens 43 nach rechts gegenüber dem an der Verschlusschraube 44 anliegenden Innenkolben 94 wird gemäß Figur 4 über die Steuerkante 110 des Innenkolbens 94 und zugeordnete gehäusefeste Steuerkante 114 der LS-Querschnitt 112 zugesteuert, so dass die Verbindung zwischen den Radialbohrungen 98 und dem LS-Federraum 88 unterbrochen ist (siehe Ruhestellung Figur 4a)). In seinen in Figur 4c) dargestellten Regelpositionen liegt der Steuerbund 100 etwa im dem Bereich, in dem der Steg zwischen dem Federraum 88 und den Radialbohrungen 98 ausgebildet ist. Der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 wird dann über die Radialbohrungen 98, den vom Abschnitt 105 der Führungsbohrung begrenzten Ringspalt, den sich daran anschließenden Ringspalt zwischen dem Außenumfang des Innenkolbens 94 und der Innenumfangswandung der Führungsbohrung 92 sowie über die Längskerbe 106 des Radialbunds 102 in den Federraum 86 gemeldet, so dass der Druckwaagenkolben 43 links vom höchsten Lastdruck und rechts vom Druck stromabwärts der Messblende 24 beaufschlagt ist.

Die kleinen Längskerben 104 und 106 des Innenkolbens sowie der Ringraum zwischen dem Innenkolben 94 und der

Führungsbohrung haben zusätzlich noch die Funktion, dass über diesen Steuerölströmungspfad während einer Regelbewegung des Druckwaagenkolbens 43 Steueröl aus dem sich verkleinernden Federraum verdrängt werden kann. Eine
5 Verdrängung des Steueröls aus dem LS-Federraum 88 über die LS-Leitung 22 reicht in diesem Fall nicht immer aus und geht des weiteren auch beispielsweise bei einem Wechsel der lastdruckextremsten Druckwaage nicht immer.

10 Figur 6 zeigt das Figur 1 entsprechende Funktionsschaubild für den Betriebszustand "Summieren". Es sei angenommen, dass am lastdruckniedrigsten Verbraucher 4 ein Lastdruck von 35 bar anliegt, während der Lastdruck der anderen Verbraucher 50, 100 bzw. 200
15 bar beträgt. Die am Eingang P der Verstellpumpe 2 zu summierenden Druckmittelvolumenströme haben einen Druck von 25 bar, während in der vom Anschluss R zu den Verbrauchern 4, 6, 8, 10 führenden Rücklaufleitung 40 (dient eigentlich als Zulaufleitung) ein Druck von 400
20 bar anliegt.

Aufgrund des niedrigen Drucks in der Zulaufleitung 36 (25 bar) wird der Innenkolben 94 durch den auf seine
25 rechte Stirnfläche wirkenden höheren Druck nach links verschoben bis er mit seiner linken Stirnfläche am Boden des Druckraumes 70 der Verschlusschraube 46 anliegt. Dieses Umschalten erfolgt gemäß Figur 6 bei allen LUDV-Stromreglern 12, 14, 16, 18.

30 Zu Beginn der Ansteuerung strömt das Druckmittel zu den Verbrauchern mit dem niedrigsten hydraulischen Widerstand - beim Summieren sind dies die lasthöheren Verbraucher, so dass deren Druckwaagen zuerst reagieren. Die Druckwaage 26 des lastniedrigsten Verbrauchers 4
35 verbleibt oder verfährt in ihre Mittelstellung. Die Axiallänge des Steuerbundes 100 ist so gewählt, dass

durch die Verschiebung des Innenkolbens 94 gegenüber dem Druckwaagenkolben 43 nach links nunmehr die rechte LS-Steuerkante 108 wirksam wird. Dies ist in Figur 7b) dargestellt. In dieser Lastmeldestellung der dem
5 lastniedrigsten Verbraucher zugeordneten Druckwaage 26 (Innenkolben 94 nach links verschoben, Druckwaagenkolben 43 in seiner Mittelstellung) steuert die LS-Steuerkante 108 einen LS-Querschnitt 112 auf, der gehäuseseitig durch eine federraumseitige Steuerkante 114 begrenzt ist. Über
10 den aufgesteuerten LS-Querschnitt 112 wird die Verbindung zwischen dem Druckraum 54 und dem LS-Federraum 88 geöffnet, so dass der niedrigste Lastdruck (35 bar) in die LS-Leitung 22 gemeldet und somit in allen LS-Federräumen der LUDV-Stromregler 12, 14, 16, 18 anliegt.
15 Dieser niedrigste Lastdruck wirkt auch auf die rechte Stirnfläche des Druckwaagenkolbens 43 des LUDV-Stromreglers 12, so dass dieser in seiner Mittelstellung verbleibt. Durch die Druckmittelströmung zu den anderen Druckwaagen der lasthöheren Verbraucher werden deren
20 Druckwaagenkolben 43, wie in Figur 8 gezeigt, nach links in eine Regelposition (siehe auch Figur 7c)) verschoben. In dieser Regelposition wird über die "Summieren"-Steuerkante 84 der Öffnungsquerschnitt der Druckwaagen 26 der lasthöheren Verbraucher 14, 16, 18 verändert und die
25 Druckmittelströmung angedrosselt bis ein Kräftegleichgewicht erreicht ist. Das Druckmittel kann somit von den Verbrauchern lastdruckunabhängig zurückströmen, wobei der Druckabfall über den jeweiligen Zumessblenden 24 konstant gehalten wird. Je nach Lastdruck an den lastdruckhöheren
30 Verbrauchern nimmt der Druckwaagenkolben 43 in seiner Gleichgewichtslage eine Relativposition mit Bezug zum Innenkolben 94 ein, die zwischen einer Ruhestellung (Fig. 7a)) und der dargestellten Regelstellung (Fig. 7c)) liegt. In der Ruhestellung gemäß Figur 7a) ist der LS-
35 Querschnitt durch die Steuerkanten 108, 114 zugesteuert, während in der dargestellten Regelpositionen der

Steuerbund 94 durch Axialverschiebung des Druckwaagenkolbens 43 aus der Ruhestellung heraus nach links im Bereich des Stegs zwischen den Radialbohrungen 98 und dem LS-Federraum 88 liegt.

5

10 In Figur 9 ist das Schaltsymbol der erfindungsgemäßen LUDV-Stromregler dargestellt. Das beispielsweise dem Verbraucher 4 zugeordnete Ventilsegment ist strichpunktiert angedeutet und hat die Anschlüsse P, S, A und LS. Im Ventilsegment sind das Druck-Einspeiseventil 28, die variable Zumessblende 24 und die Druckwaage 26 mit dem 2/2-Wegeventil dargestellt, das bei der konkreten Lösung durch den im Druckwaagenkolben 43 geführten Innenkolben 94 gebildet ist. Wie in Figur 9 angedeutet, 15 ist dieser Innenkolben 94 mechanisch mit der Druckwaage 26 verbunden. Auf die linke Stirnfläche des Innenkolbens 94 wirkt der über den Schrägkanal 66 abgegriffene Pumpendruck, während auf die rechte Stirnfläche der über die Radialbohrungen 98 abgegriffene Druck im 20 Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende 24 und der Druckwaage 26 wirkt. Beim "Teilen" wird der Innenkolben 94 gegen einen gehäusefesten Anschlag, im vorliegenden Fall die Verschlussschraube 44 bewegt, beim "Summieren" liegt der Innenkolben 94 an dem durch die 25 Verschlussschraube 46 gebildeten Anschlag an.

In der offenen Grundposition der Druckwaage 26 wird über den Innenkolben 94 und das entsprechend umgeschaltete 2/2-Wegeventil der Druck zwischen der 30 Zumessblende 24 und der Druckwaage 26 in den LS-Federraum 88 und damit in die LS-Leitung 22 gemeldet und liegt somit an allen LS-Federräumen 88 der LUDV-Regler an. Beim Verschieben der Druckwaage aus der Öffnungsposition in eine Regelposition wird der Innenkolben 94 durch die 35 mechanische Kopplung in eine der dargestellten Sperrpositionen verfahren, so dass der Druck im

Druckmittelströmungspfad von der Zumessblende 24 zur Druckwaage 26 über das 2/2-Wegeventil (Innenkolben 94) nicht mehr abgegriffen werden kann. Der Druck in der LS-Leitung 22 beaufschlagt auch die in Figur 9 rechte Stirnfläche des Innenkolbens 94.

Der Druckwaagenkolben 43 ist einerseits durch den Druck im LS-Kanal 22 und andererseits durch den über die Längskerbe 106 abgegriffenen Druck zwischen Zumessblende 24 und der Druckwaage 26 beaufschlagt, wobei der Druckmittelvolumenstrom bei Kräftegleichgewicht durch die Druckwaage 26 so angedrosselt ist, dass der Druckabfall über der Messblende 24 lastunabhängig konstant ist.

Wie bereits erwähnt, reagiert zu Beginn einer Ansteuerung jeweils die Druckwaage 26 als erste, die den Verbraucher mit dem geringsten hydraulischen Widerstand zugeordnet ist und die demgemäß am Anfang die größte Druckmittelmenge erhält. Beim "Teilen" ist dies die dem lastniedrigsten Verbraucher zugeordnete Druckwaage, während beim "Summieren" die Druckwaage als erstes reagiert, die dem lasthöchsten Verbraucher zugeordnet ist.

Offenbart sind ein LUDV-Stromregler und eine LUDV-Steueranordnung zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher. Jeder LUDV-Stromregler hat eine Zumessblende und eine Druckwaage. Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage ist mit zwei Steuerkanten versehen, von denen eine beim "Summieren" von Druckmittelströmen und die andere beim "Teilen" eines Druckmittelstroms wirksam ist. Der Stromregler hat des Weiteren zumindest eine LS-Steuerkante, über die bei geöffneter Druckwaage ein LS-Querschnitt aufsteuerbar ist, über den ein dem Lastdruck entsprechender Druck in eine Lastmeldeleitung gemeldet wird.

Bezugszeichenliste:

	1	LUDV-Steueranordnung
5	2	Verstellpumpe
	4	Hydromotor
	6	Hydromotor
	8	Hydromotor
	10	Hydromotor
10	12	LUDV-Stromregler
	14	LUDV-Stromregler
	16	LUDV-Stromregler
	18	LUDV-Stromregler
	20	Gehäusescheibe
15	22	LS-Leitung
	24	Zumessblende
	26	Druckwaage
	28	Druckeinspeiseventil
	30	Pumpe
20	32	Speisekanal
	34	Speiseleitung
	36	Zulaufleitung
	38	Vorlaufleitung
	40	Rücklaufleitung
25	42	Druckwaagenbohrung
	43	Druckwaagenkolben
	44	Verschlusschraube
	46	Verschlusschraube
	50	Zentrierfeder
30	52	Zentrierfeder
	54	Ringraum
	56	Ringraum
	57	Ringsteg
	58	Messblendenbohrung
35	60	Schraube
	62	Winkelbohrung

	64	Kammer
	66	Schrägkanal
	68	Ringkanal
	70	Druckraum
5	72	Verbindungskanal
	74	Federteller
	76	Federteller
	78	Aufnahme
	80	Aufnahme
10	81	Steuernut
	82	Teilen-Steuerkante
	84	Summieren-Steuerkante
	86	Federraum
	88	LS-Federraum
15	90	Kanal
	92	Führungsbohrung
	94	Innenkolben
	96	Führungsbund
	98	Radialbohrungen
20	100	Steuerbund
	102	Radialbund
	104	Längskerbe
	105	radial erweiterter Abschnitt
	106	Längskerbe
25	108	LS-Steuerkante
	110	LS-Steuerkante
	112	LS-Querschnitt
	114	gehäusefeste Steuerkante
	116	federraumseitige Steuerkante
30		

Zusammenfassung

LUDV-Stromregler

5

Offenbart sind ein LUDV-Stromregler und eine LUDV-
Steueranordnung zur Druckmittelversorgung mehrerer
Verbraucher. Jeder LUDV-Stromregler hat eine Zumessblende
und eine Druckwaage. Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage
10 ist mit zwei Steuerkanten versehen, von denen eine beim
"Summieren" von Druckmittelströmen und die andere beim
"Teilen" eines Druckmittelstroms wirksam ist. Der
Stromregler hat des weiteren zumindest eine LS-
Steuerkante, über die bei geöffneter Druckwaage ein LS-
15 Querschnitt aufsteuerbar ist, über den ein dem Lastdruck
entsprechender Druck in eine Lastmeldeleitung gemeldet
wird.

Patentansprüche

1. LUDV-Stromregler für eine LUDV-Steueranordnung zur
5 Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher (4, 6, 8, 10)
mit einer Druckwaage (26) und einer Zumessblende (24),
der zum Stromteilen in Richtung zum Verbraucher (4, 6, 8,
10) und zum Summieren von Druckmittelströmen in Gegen-
richtung durchströmbar ist, wobei die Druckwaage (26)
10 einen in eine Grundstellung vorgespannten
Druckwaagenkolben (43) hat, der einerseits vom Druck in
einer LS-Leitung (22) und andererseits von einem Druck im
Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende (24)
und der Druckwaage (26) beaufschlagbar ist, dadurch
15 gekennzeichnet, dass der Druckwaagenkolben (43) zwei
Steuerkanten (82, 84) hat, von denen beim Summieren und
die andere beim Teilen wirksam ist und dass der LUDV-
Stromregler (12, 14, 16, 18) des weiteren zumindest eine
LS-Steuerkante (108, 110) hat, über die bei geöffneter
20 Druckwaage (26) zum Lastmelden in die LS-Leitung (22) ein
LS-Querschnitt (112) zum Abgreifen des Drucks im
Druckmittelströmungspfad aufsteuerbar ist.

2. Stromregler nach Patentanspruch 1, wobei die
25 Druckwaage (26) in der Grundposition geöffnet ist.

3. Stromregler nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei eine
LS-Steuerkante (108) beim Summieren und eine andere LS-
Steuerkante (110) beim Teilen wirksam ist und diese durch
30 ein 2/2-Wegeventil ausgebildet sind.

4. Stromregler nach Patentanspruch 3, wobei das 2/2-
Wegeventil durch einen Innenkolben (94) gebildet ist, der
in einer Führungsbohrung (92) des Druckwaagenkolbens (43)
35 geführt ist und einen Steuerbund (100) hat, an dessen

beiden Ringstirnflächen die beiden LS-Steuerkanten (108, 110) angeordnet sind.

5 5. Stromregler nach Patentanspruch 4, wobei eine
Stirnfläche des Innenkolbens (94) mit dem Pumpendruck und
die andere Stirnfläche mit einem dem Lastdruck
entsprechenden Druck beaufschlagbar ist.

10 6. Stromregler nach Patentanspruch 4 oder 5, wobei die
LS-Leitung (22) in einem LS-Federraum (88) der Druckwaage
(26) mündet und wobei über die LS-Steuerkanten (108, 110)
des Steuerbunds (100) der LS-Querschnitt (112) zwischen
den LS-Federraum (88) und einem einen Lastdruck führenden
Kanal (98) des Druckwaagenkolbens (43) aufsteuerbar ist.

15 7. Stromregler nach Patentanspruch 6, wobei der LS-
Federraum (88) über einen sich zwischen dem Innenkolben
(94) und der Führungsbohrung (92) erstreckenden
Verbindungskanal mit einem Federraum (86) verbunden ist,
20 in den ein radial zurückgesetzter Innenkolbenendabschnitt
eintaucht und dort gegen einen Anschlag (44) bewegbar
ist.

25 8. Stromregler nach Patentanspruch 7, wobei ein anderer
Endabschnitt des Innenkolbens (94) den LS-Federraum (88)
durchsetzt und mit einem Führungsbund (96) in einem
Druckraum (70) einer Verschlussschraube (46) geführt ist,
der mit dem Pumpendruck beaufschlagt ist und einen
Axialanschlag für den Innenkolben (94) hat.

30 9. Stromregler nach Patentanspruch 7 oder 8, wobei der
Innenkolben (94) einen Radialbund (102) zur Führung des
Innenkolbens (94) in der Führungsbohrung (92) hat und
wobei am des Radialbund (98) und am Steuerbund (100)
35 Längskerben (104, 106) ausgebildet und daran angrenzende

Bereiche des Innenkolbens (94) mit Radialspiel zur Ausbildung eines Verbindungskanals ausgeführt ist.

10. Stromregler nach einem der vorhergehenden
5 Patentansprüche, wobei der Druckwaagenkolben (43) eine mittlere Steuernut (81) hat, an deren Ringstirnflächen die beiden Steuerkanten (82, 84) ausgeführt sind und wobei der Druckwaagenkolben (43) über zwei Zentrierfedern (50, 52) in eine Mittelstellung vorgespannt ist.

10
11. Stromregler nach Patentanspruch 10, wobei der Druckwaagenkolben (43) zumindest eine Radialbohrung (98) hat, die einerseits im Bereich des Steuerbunds (100) in der Führungsbohrung (92) und andererseits in einem den
15 Lastdruck führenden Raum (54) münden.

12. Stromregler nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einem Druck-Einspeiseventil (28).

20 13. LUDV-Steueranordnung zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher, denen jeweils ein LS-Stromregler gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche zugeordnet ist.

25

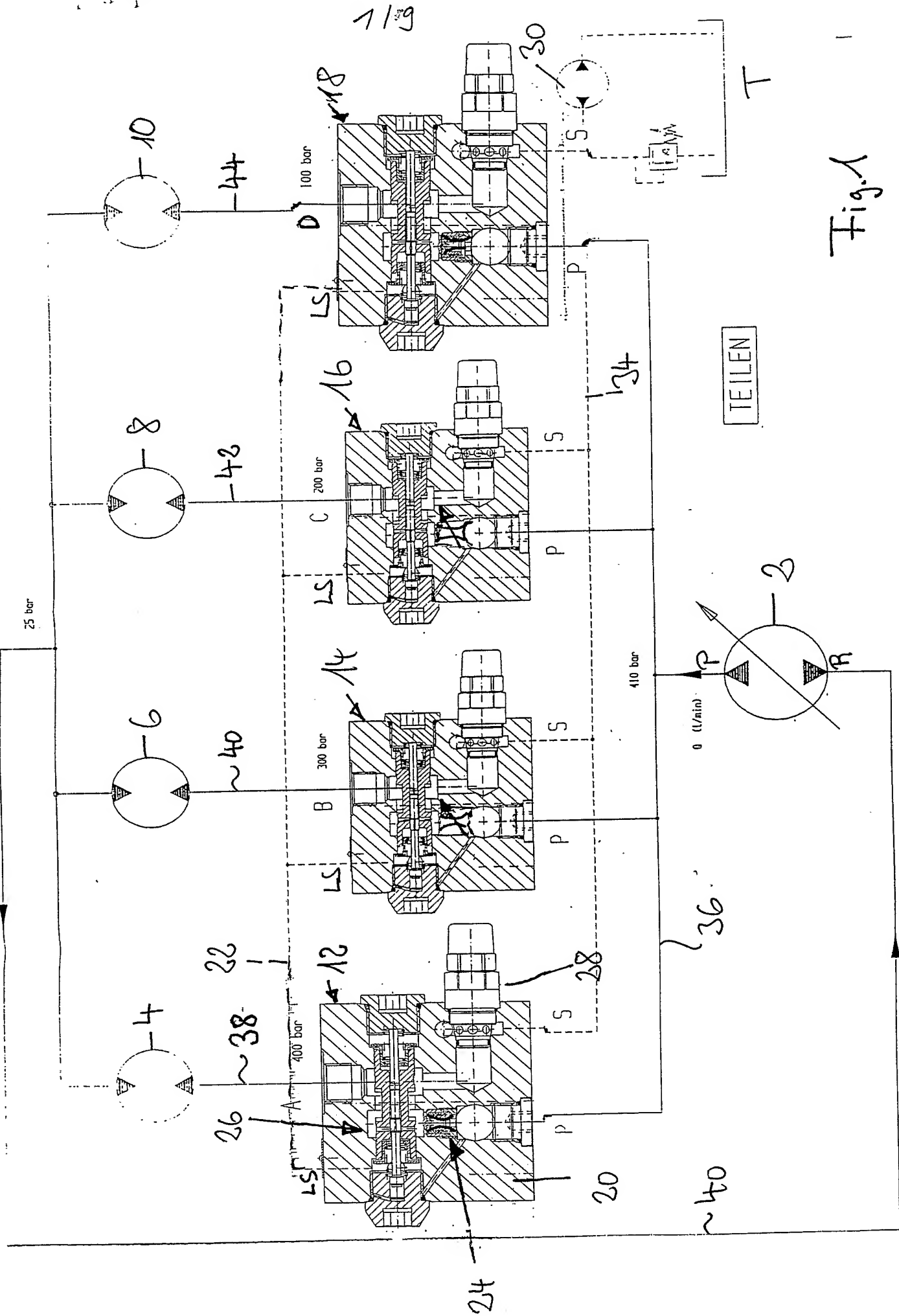


Fig. 1

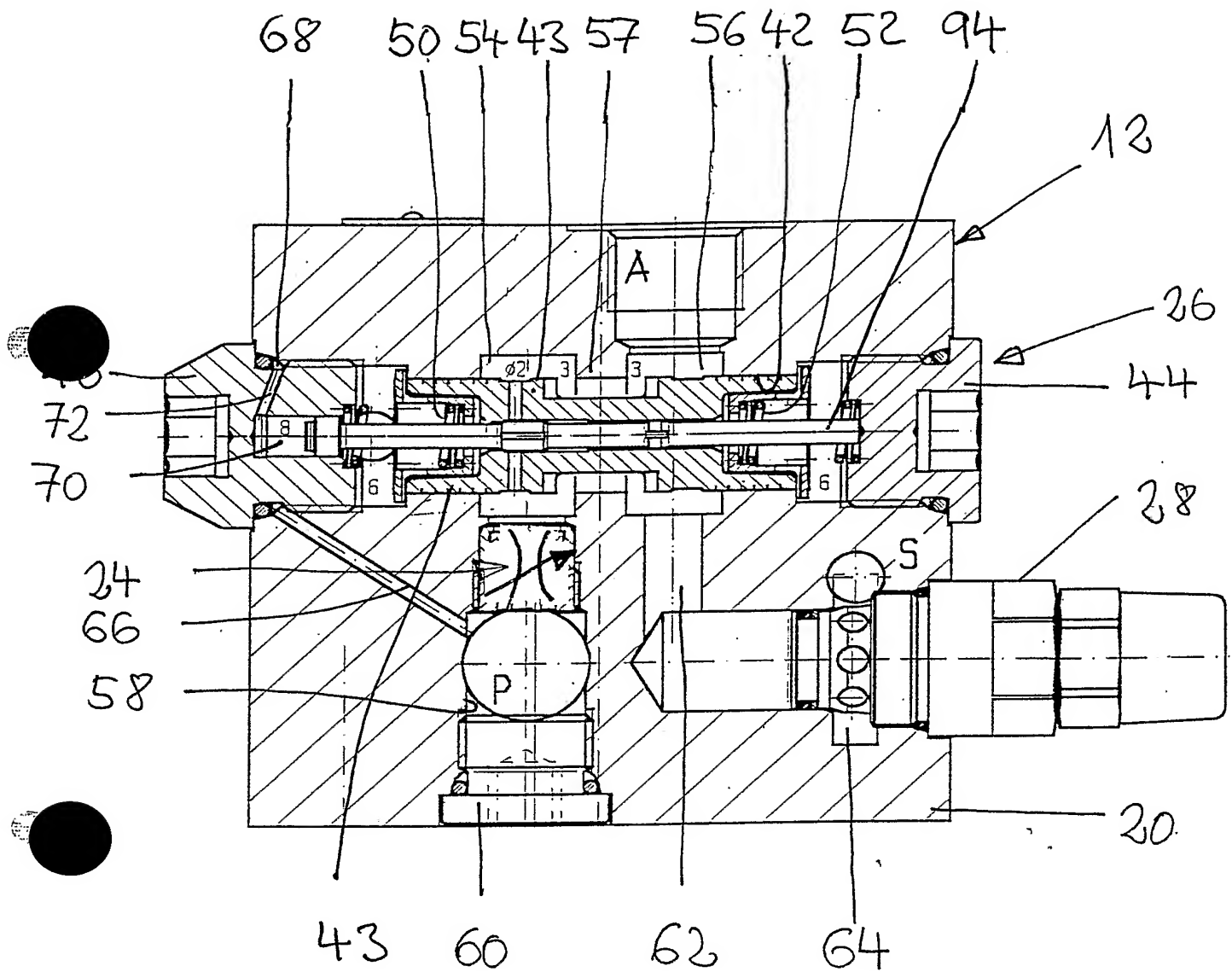


Fig. 2

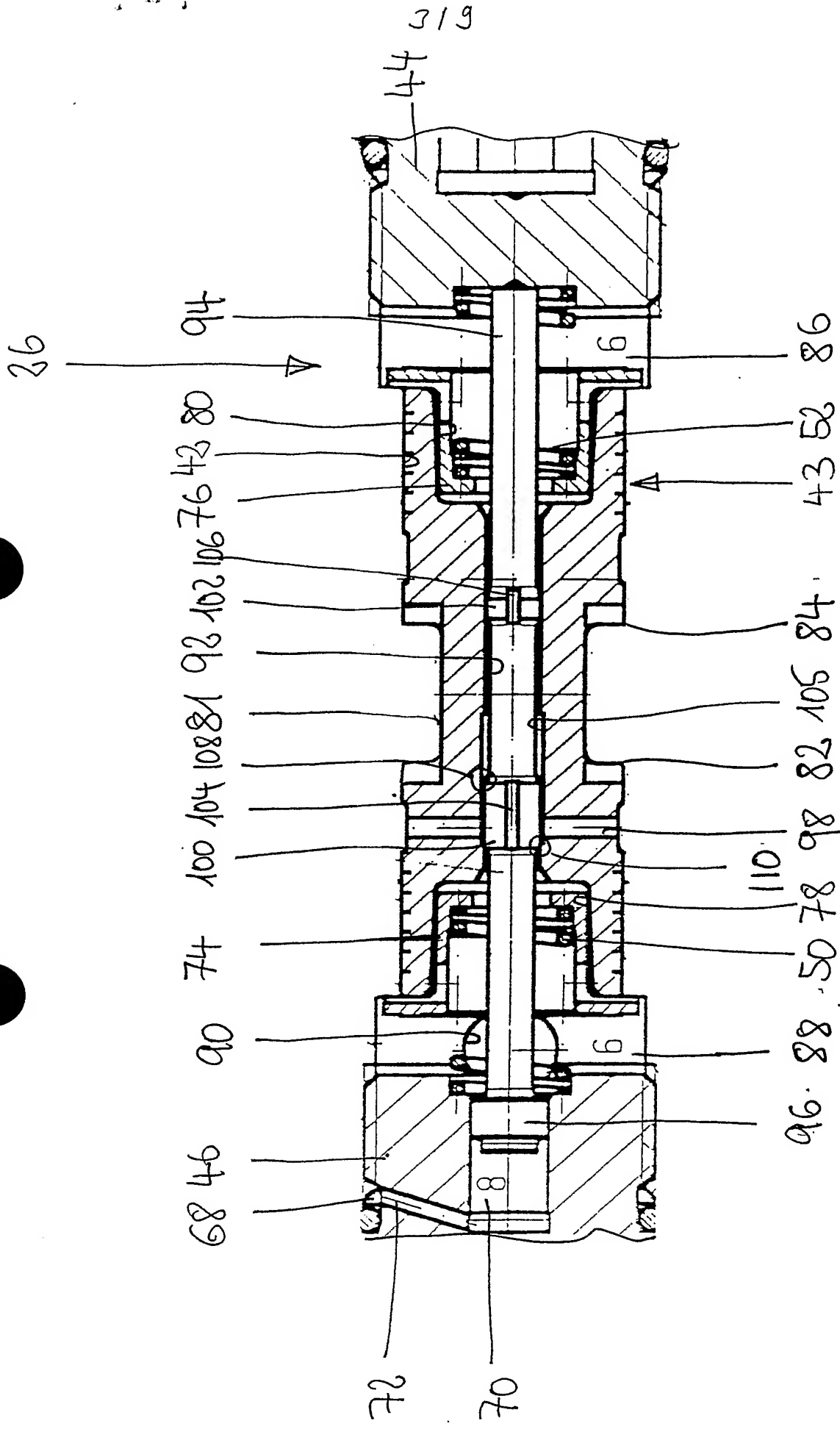
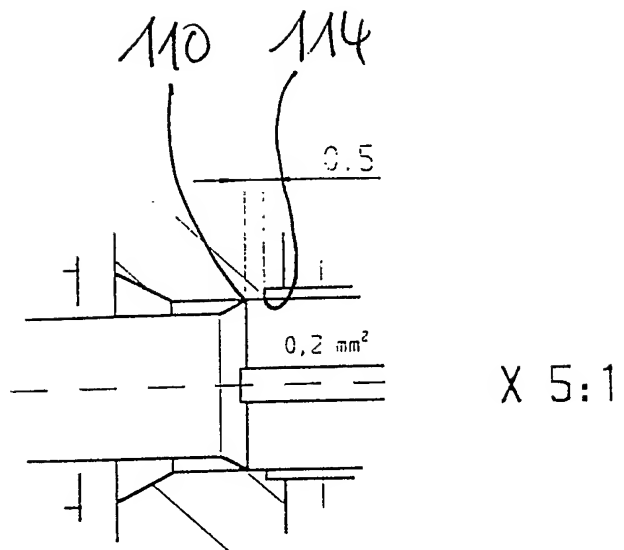


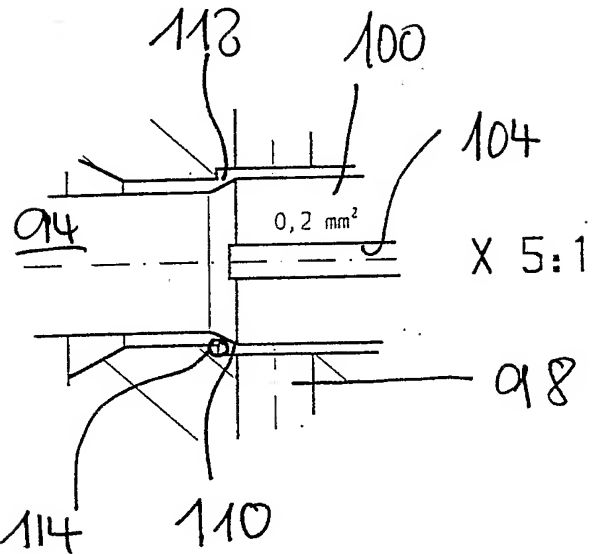
Fig. 3

TEILEN

a) Ruhestellung:



b) Lastmeldestellung:



c) Regelstellung:

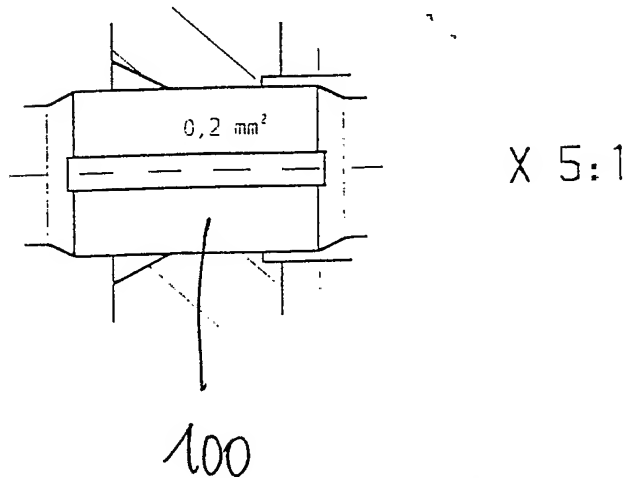


Fig. 4

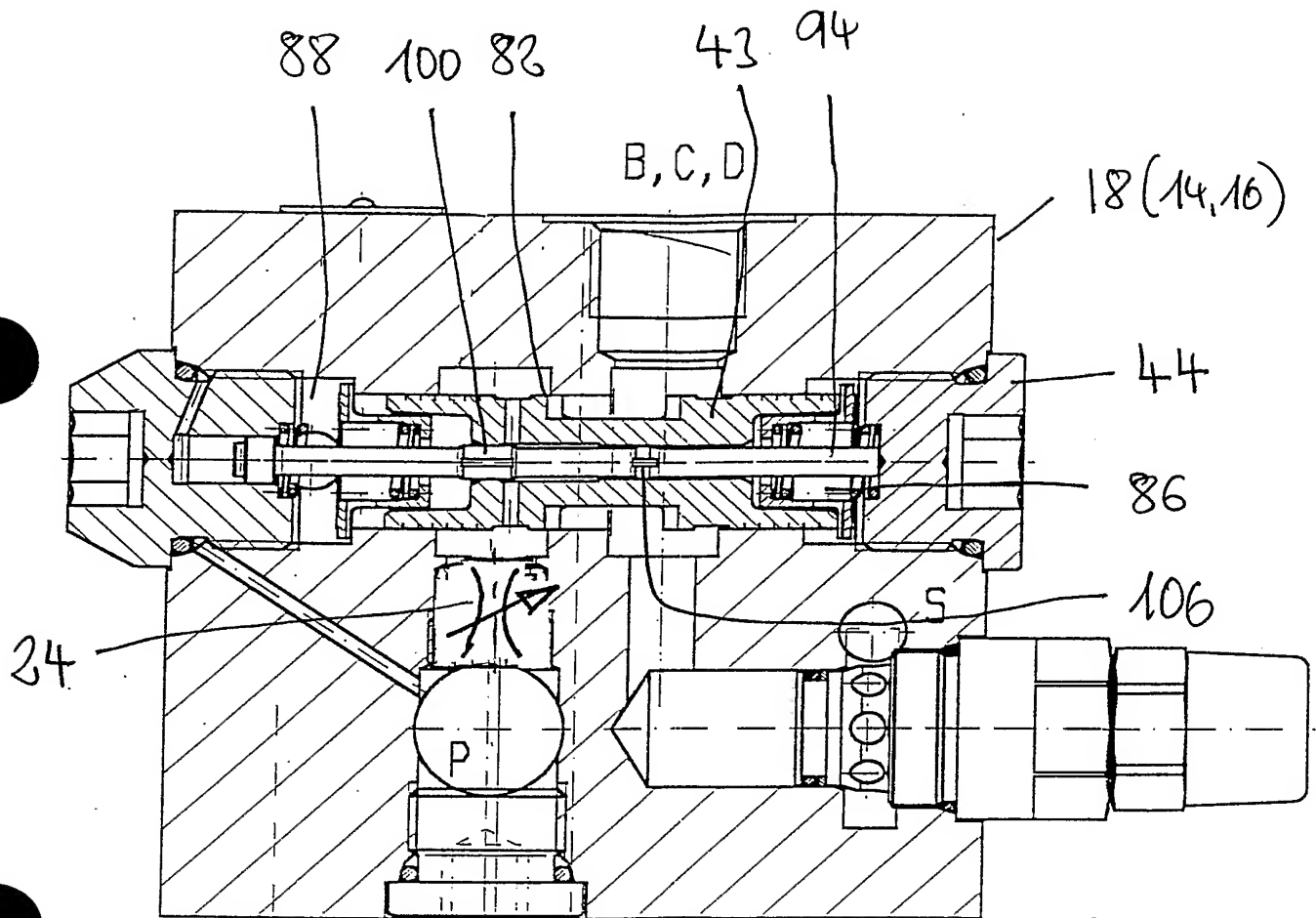


Fig. 5

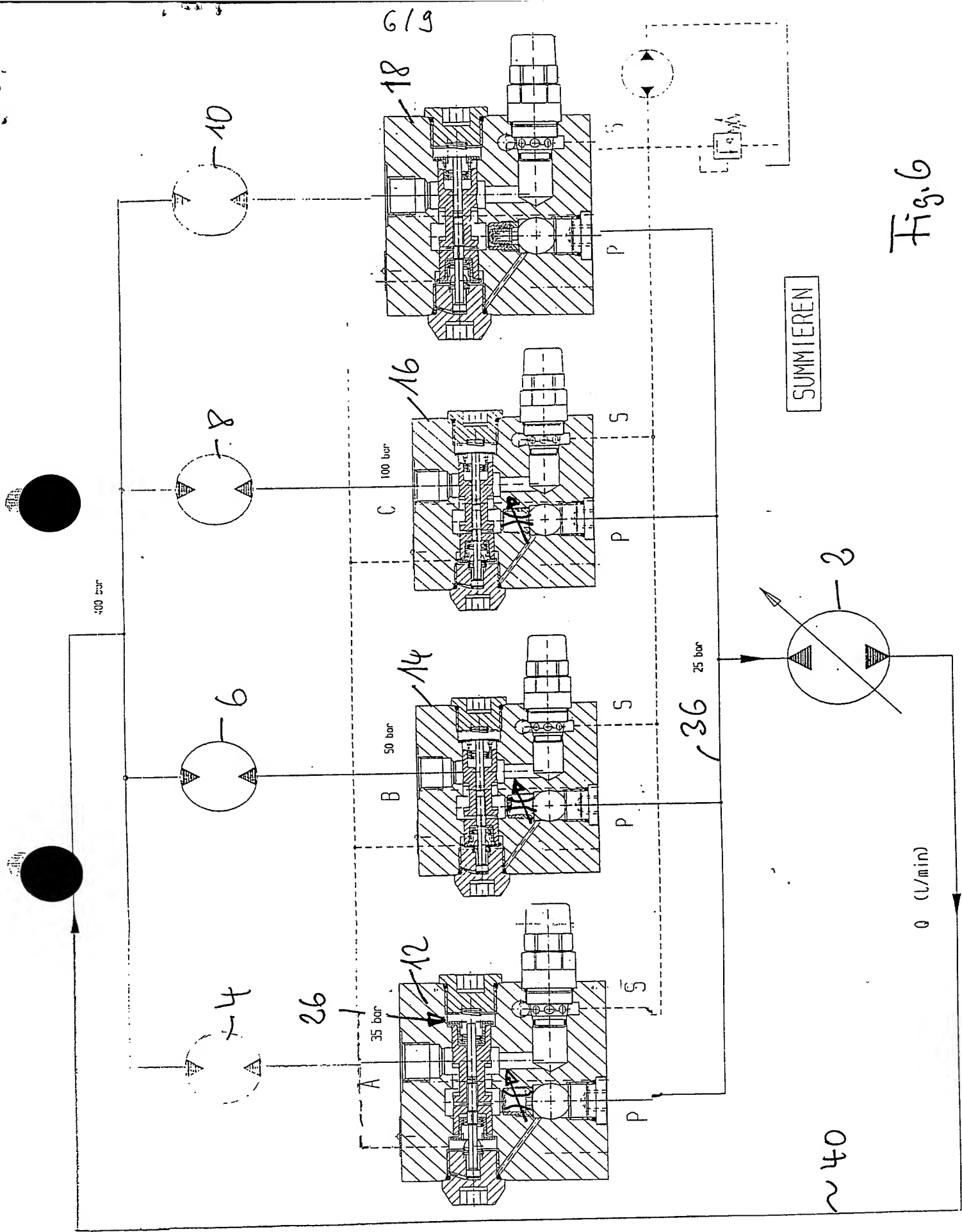


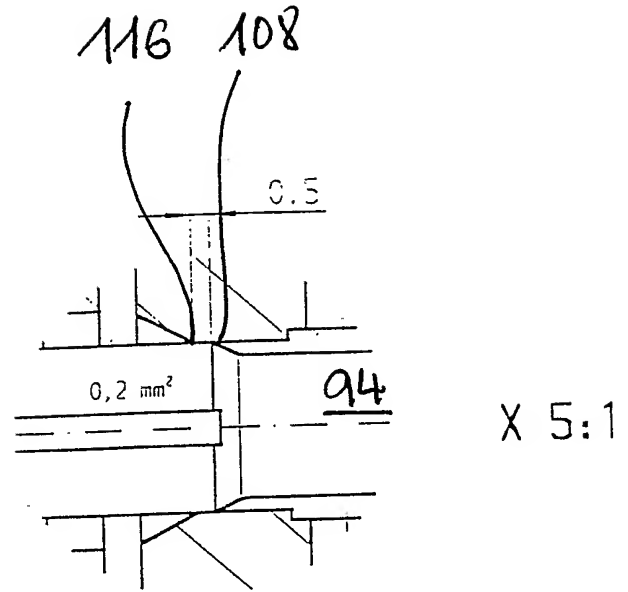
Fig. 6

SUMMIEREN

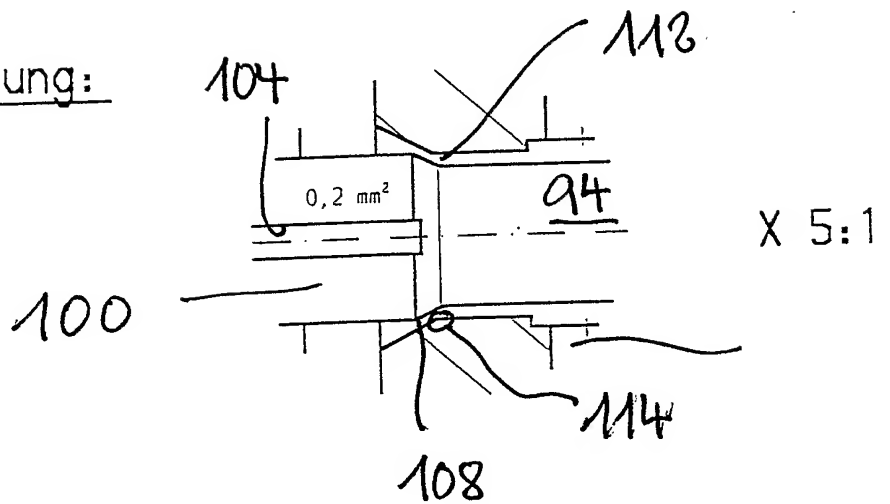
~ 40

SUMMIEREN

a) Ruhestellung:



b) Lastmeldestellung:



c) Regelstellung:

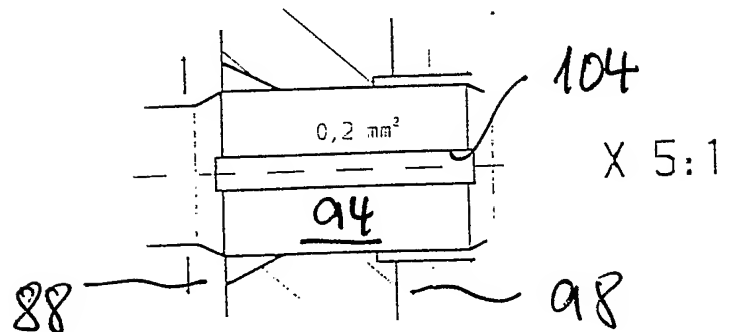


Fig. 7

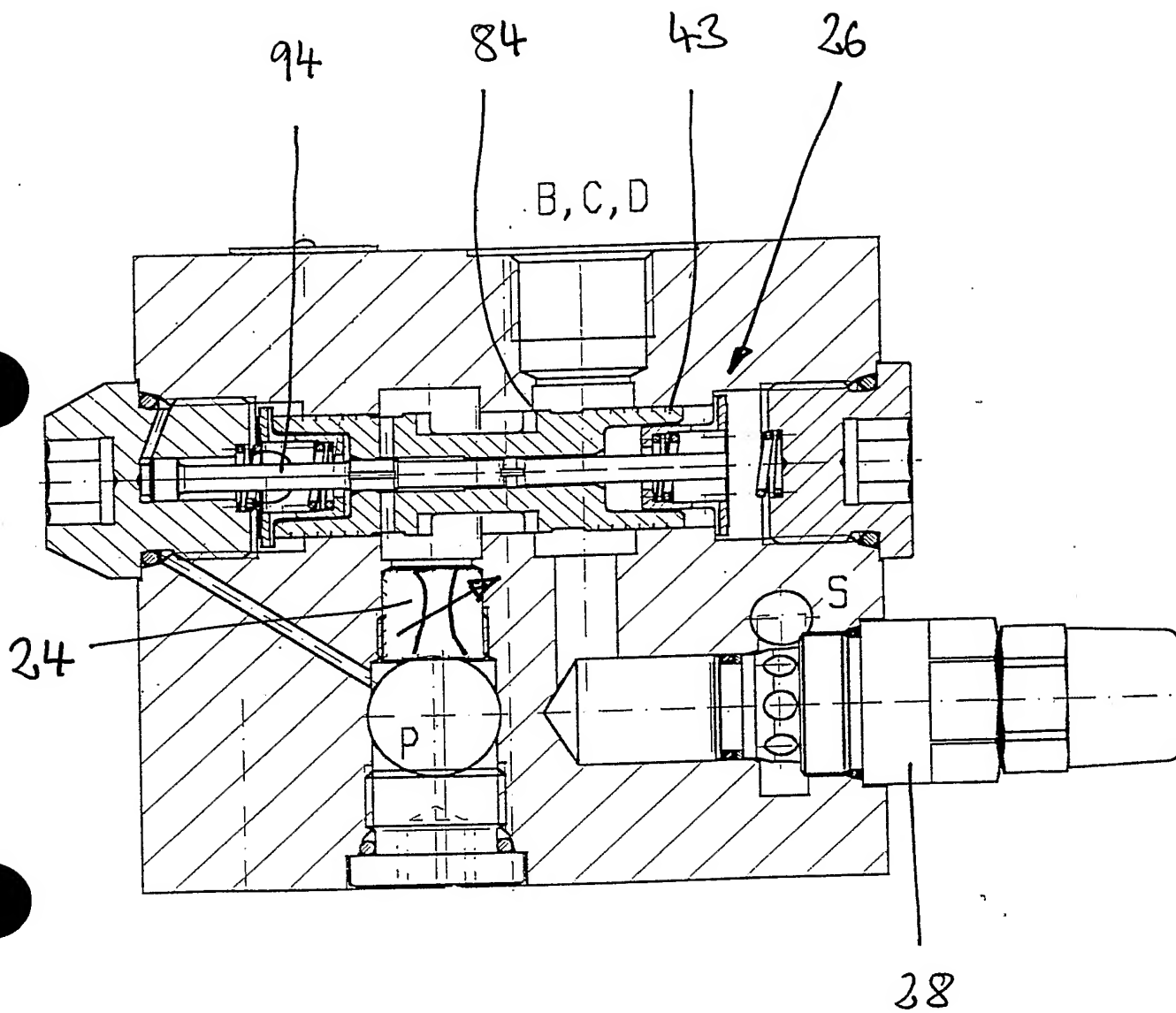


Fig. 8

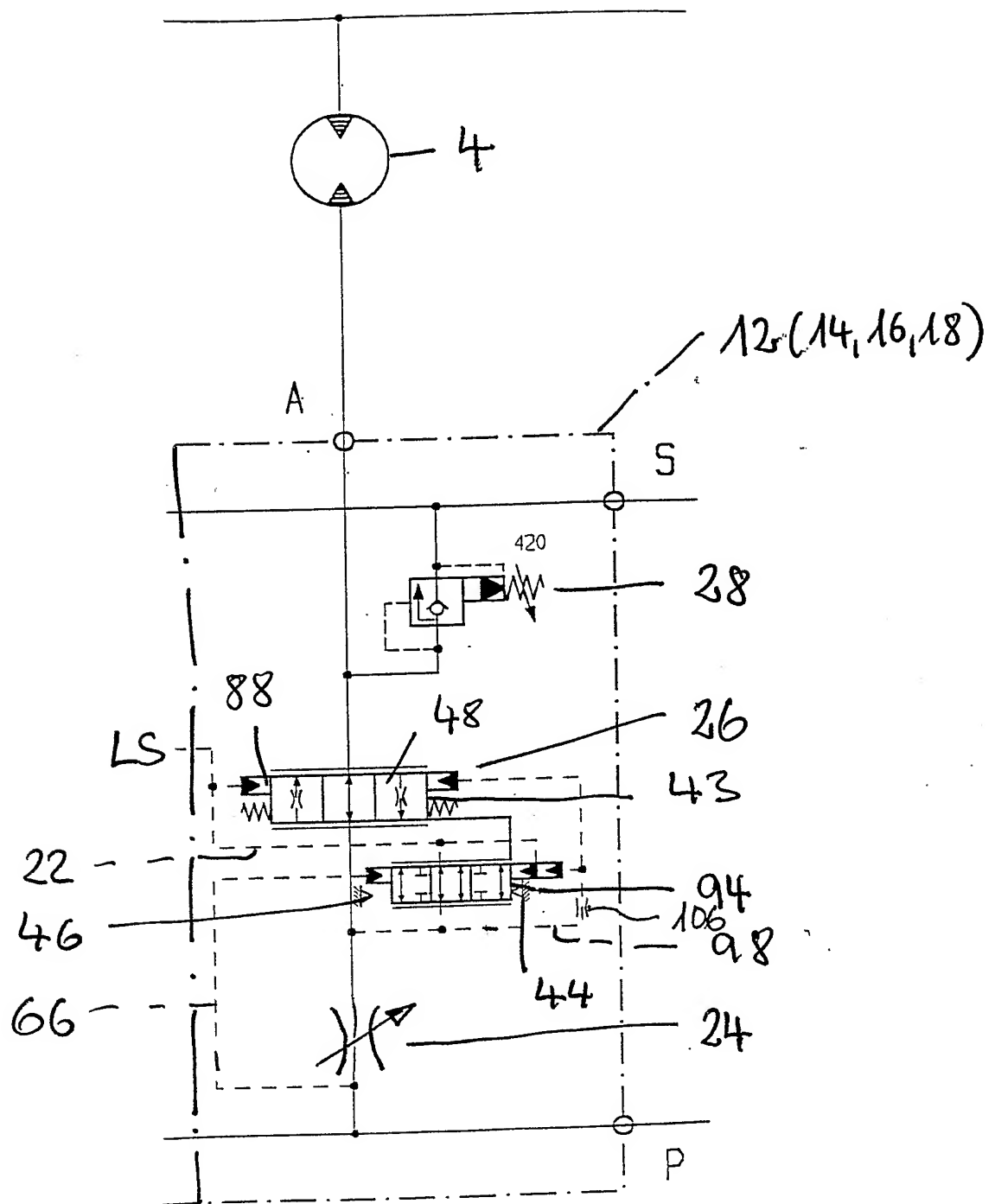


Fig. 9